

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-215929

(43)公開日 平成5年(1993)8月27日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/12		M 7036-2K		
C 0 3 B 19/01		7038-4G		
19/14		6971-4G		

審査請求 未請求 請求項の数1(全4頁)

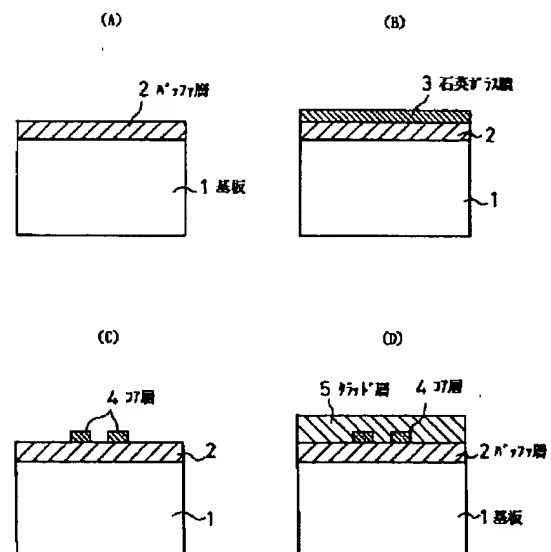
(21)出願番号	特願平4-17229	(71)出願人	000005120 日立電線株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目1番2号
(22)出願日	平成4年(1992)2月3日	(72)発明者	徳永 利秀 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立 電線株式会社オプトロシステム研究所内
		(72)発明者	岡野 広明 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立 電線株式会社オプトロシステム研究所内
		(74)代理人	弁理士 松本 孝

(54)【発明の名称】 ガラス導波路の製造方法

(57)【要約】

【目的】伝送損失が小さく、しかも導波路の形状が高精度なガラス導波路を製造する。

【構成】基板1上にガラス微粒子堆積と透明ガラス化とによりフッ素をドーブした石英ガラスのバッファ層2を形成する。バッファ層2上に電子ビーム蒸着またはイオンスパッタリングにより純粋の石英ガラス膜3を形成する。石英ガラス膜3から余分な部分を除去してコア層4を形成する。バッファ層2、コア層4を覆ってフッ素をドーブした石英ガラスのクラッド層5をガラス微粒子堆積と透明ガラス化により形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 石英ガラスまたはシリコンからなる基板上にガラス微粒子の堆積工程と透明ガラス化工程とによりフッ素をドーパした石英ガラスのバッファ層を形成し、バッファ層上に電子ビームによる真空蒸着またはイオンによるスパッタリングにより純粋の石英ガラス膜を形成し、このガラス膜から余分な部分を除去してコア層を形成した後、上記バッファ層およびコア層を覆ってフッ素をドーパした石英ガラスのクラッド層をガラス微粒子の堆積工程と透明ガラス化工程とにより形成するようにしたことを特徴とするガラス導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明はガラス導波路の製造方法に係り、特にガラス導波路における低損失化と高精度化とを図ったガラス導波路の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 石英系のガラス導波路の製造には、基板上に火炎加水分解反応によりガラス微粒子を堆積した後、加熱して透明ガラス化する技術が知られている。基板にはシリコンまたは石英ガラスが用いられているが、シリコンの融点は1420℃であり、また石英ガラスは、ガラス加工温度からみて、1400℃以上では基板の台が均一でない場合に変形することがある。

【0003】 このことから、ガラス微粒子の透明化温度は1300℃以下が望ましい。このため、石英ガラスにP、B等のドーパントを添加して、透明化温度を下けている。従って、このような製造技術により得られるガラス導波路は、そのコア、クラッド、バッファ層の全てにドーパントが添加された石英ガラスとなっている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、ガラス導波路にドーパントが入ると、レーリ散乱による損失が増加してしまう。また、透明化したガラス膜から反応性イオンエッチングにより余分な部分を除去してコア層を形成する際に、SiO<sub>2</sub>とドーパントとではエッチング速度が異なるため、エッチング界面が不均一となり、散乱損失の増加をきたす。

【0005】 更に、透明化温度を下げるために、コア、クラッド、バッファ層の全てにP、B等のドーパントを添加する場合、クラッド層のドーパント量が多くなり、その熱膨張係数が大となって、透明ガラス化後に基板に反りが生じる。基板に反りが生じると、実装時に光学部品との光軸合せが困難で接続損失となる。また、コアに異方性の歪を与える原因ともなり、導波路に入射する光の偏波方向によって損失に差異が生じ、伝送が不安定になる。

【0006】 この発明の目的は、上記の従来技術の問題点を解消すべくなされたもので、低損失でしかも高精度なガラス導波路を製造することができるガラス導波路の

製造方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、この発明は、石英ガラス又はシリコンからなる基板上にガラス微粒子の堆積工程と透明ガラス化工程とによりフッ素をドーパした石英ガラスのバッファ層を形成し、バッファ層上に電子ビームによる真空蒸着またはイオンによるスパッタリングにより純粋の石英ガラス膜を形成し、このガラス膜から余分な部分を除去してコア層を形成した後、上記バッファ層及びコア層を覆ってフッ素をドーパした石英ガラスのクラッド層をガラス微粒子の堆積工程と透明ガラス化工程とにより形成するようにしたものである。

【0008】 上記バッファ層、クラッド層は、火炎加水分解反応を利用して純粋の石英ガラス微粒子を堆積した後、フッ素化合物を含む雰囲気中で焼結して透明ガラス化することによって形成しても、あるいはフッ素がドーパされた石英ガラス微粒子を堆積し、これをHe雰囲気中で焼結して透明ガラス化することにより形成してもよい。

【0009】 また、上記バッファ層、クラッド層となるガラス微粒子中にP、B等の酸化物を含ませて、透明化温度の低下を図るようにしてもよい。

## 【0010】

【作用】 バッファ層上に電子ビーム蒸着法又はスパッタリング法を用いて純粋の石英ガラス膜を形成し、これをパターンニングしてコア層を形成しているため、熔融温度が高い純粋石英ガラスの透明ガラス化に伴う基板の変形などの問題を生じさせることなく、コア層を形成できる。更に、純粋な石英ガラス膜なので、エッチングで石英ガラス膜から余分な部分を除去しても、エッチング界面は均一なものとなる。

【0011】 また、クラッド層、バッファ層には、フッ素をドーパさせて屈折率を下げるようにしているので熱膨張係数の増加は小さく、透明ガラス化後の基板の反りが低減される。

## 【0012】

【実施例】 以下に、この発明の実施例を図面を用いて説明する。まず、図1(A)に示すように、石英ガラスの基板1上にバッファ層2を形成する製造工程を述べる。バーナ(図示省略)に原料のSiCl<sub>4</sub>および燃料を供給して、火炎加水分解反応および酸化反応によりSiO<sub>2</sub>を生成し、生成したSiO<sub>2</sub>の微粒子を3インチ径、厚さ1mmの基板1上に約50μmの厚さとなるまで堆積させた。その後、この基板1をHeとSiF<sub>4</sub>の混合ガス雰囲気とした電気炉内で1250℃で熱処理し、堆積したSiO<sub>2</sub>微粒子を透明ガラス化した。これにより、厚さ20μmのフッ素ドーパ石英ガラスのバッファ層2が得られた。バッファ層2と基板1の比屈折率差ΔNは、 $\Delta N = (n_b - n_s) \times 100 / n_s = -0.3$

3

%であった。ここで、 $n_s$  は石英ガラスの基板1の屈折率、 $n_b$  はバッファ層2の屈折率である。

【0013】次に、バッファ層2上に、電子ビーム蒸着法により、純粋の石英ガラス膜3を形成する(図1(B))。これは、電子ビーム真空蒸着装置(図示せず)内にバッファ層2が形成された上記の基板1を保持すると共に、装置内に純粋石英ガラスのタブレットを加熱して $SiO_2$ を蒸発させ、基板1のバッファ層2上に $SiO_2$ を付着堆積させる。この蒸着により、バッファ層2上に厚さ $8\mu m$ の純粋の石英ガラス膜3を形成した。

【0014】次いで、石英ガラス膜3から余分な部分を除去してコア層4を形成する(図1(C))。これには、パターン形成装置を用い、導波路のパターンをフォトリソグラフィにより転写した後、反応性イオンエッチングで石英ガラス膜3の不用な部分を除去することによって、導波路をパターン化してコア層4を得た。

【0015】最後に、バッファ層2を形成したのと同様な条件下で、ガラス微粒子堆積と透明ガラス化を行い、バッファ層2、コア層4を覆って、厚さ $30\mu m$ のクラッド層5を形成した(図1(D))。

【0016】以上により製造した基板1からダイシングによってガラス導波路素子を切り出し、その両端面を研磨した。このガラス導波路素子の両端に光ファイバを突き合わせて、ガラス導波路素子本体のみの伝送損失を測定した。測定結果は $0.02\text{ dB/cm}$ 以下と非常に低損失であった。また、反りについては、基板1では、基板1の表面の $50\text{ mm}$ の間において反り量が $1\mu m$ 以下であり、試作したガラス導波路素子( $10\text{ mm}\times 15\text{ mm}$ )内では $0.2\mu m$ 以下と良好であった。

【0017】(比較例)上記実施例における石英ガラス膜の形成工程を、火炎加水分解法で純粋石英ガラスの微粒子を堆積し、これを焼結して透明ガラス化する方法で行った。透明ガラス化には $1470^\circ\text{C}$ の高温を要した。透明ガラス化後に、バッファ層には軟化がみられ、石英ガラス膜は約 $1\mu m$ のウェーブ状となり、また基板の変形も大きかった。

【0018】従って、石英ガラスやシリコンの基板の軟化点、融点よりも十分に低温で純粋石英ガラス膜を作成できる電子ビーム蒸着法はガラス導波路の形状や寸法の

4

高精度化に取って極めて有効であることが確認できた。

【0019】以上の説明により明らかなように、上記実施例によれば次のような効果が得られる。ガラス導波路のコア層が純粋な石英ガラスなので、ドーバントによるレーリ散乱損失がない。更に石英ガラス膜は純粋な石英ガラスなので、エッチングにより石英ガラス膜から余分な部分を除去してコア層を形成しても、エッチング界面は均一なものとなる。このため、伝送損失の少ないガラス導波路を製造できる。

【0020】また、電子ビームによる真空蒸着あるいはイオンによるスパッタリングにより、コア用の純粋の石英ガラス膜を形成しているのので、純粋石英ガラス微粒子を透明ガラス化する場合に生じる、高温加熱による石英ガラス膜、基板の変形などの難点がない。更に、コア層は溶融温度が高い純粋石英ガラスなので、コア層上に焼結によってフッ素ドーパの石英ガラスのクラッド層を形成しても、コア層の変形はない。また、クラッド層、コア層には、石英ガラスにフッ素をドーパさせて屈折率を下げるようにしているので、ドーパによる熱膨張係数の増加は小さく、透明ガラス化後の基板の反りを低減できる。これらのことから、形状・寸法等が高精度なガラス導波路が得られ、実装時の光軸ずれやコア歪による偏波特性の悪化等を防止できる。

【0021】

【発明の効果】この発明によれば、電子ビームによる真空蒸着あるいはイオンによるスパッタリングにより、コア用の純粋石英ガラス膜を形成しているのので、純粋石英ガラス微粒子を高温加熱により透明ガラス化する場合に生じる石英ガラス膜、基板の変形などの難点がなく、低損失で、高精度なガラス導波路が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係るガラス導波路の製造方法の一実施例であり、その各製造工程を示す横断面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 バッファ層
- 3 石英ガラス膜
- 4 コア層
- 5 クラッド層

10

20

30

40

【図1】

